

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 7 月 21 日 (21.07.2005)

PCT

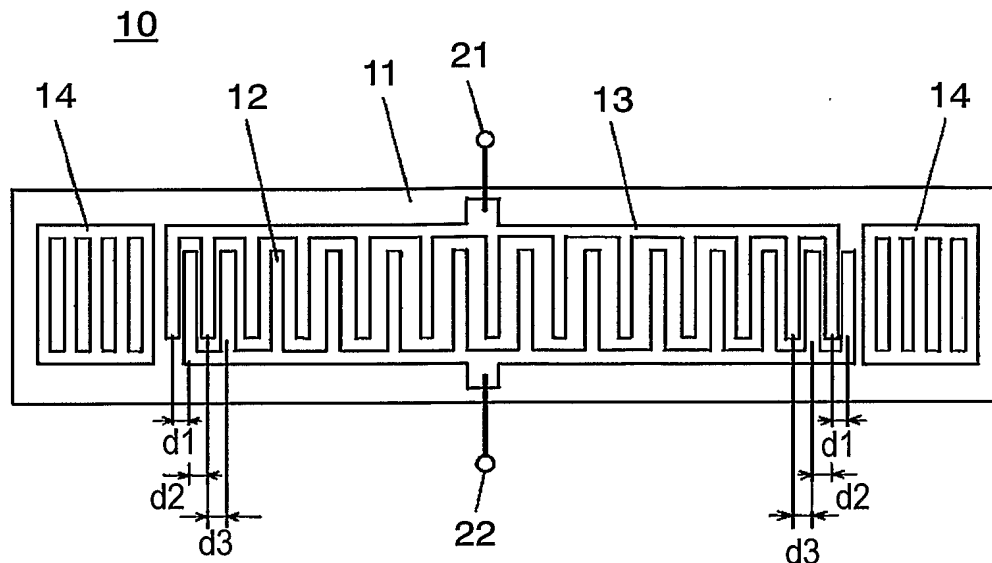
(10) 国際公開番号  
WO 2005/067141 A1

- (51) 国際特許分類: H03H 9/145, 9/64 (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外(IWAHASHI, Fumio et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000320
- (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 6 日 (06.01.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-003860 2004 年 1 月 9 日 (09.01.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井垣 努 (IGAKI, Tsutomu). 西村 和紀 (NISHIMURA, Kazunori). 池田 和生 (IKEDA, Kazuo). 松波 賢 (MATSUNAMI, Ken).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC SURFACE WAVE RESONATOR AND ELASTIC SURFACE WAVE FILTER USING THE SAME

(54) 発明の名称: 弾性表面波共振子及びこれを用いた弾性表面波フィルタ



(57) Abstract: An elastic surface wave resonator includes a piezoelectric substrate (11), an IDT (13) formed by a plurality of electrode fingers (12) arranged on the surface of the piezoelectric substrate (11), and a reflector (14) arranged in the vicinity of both ends of the IDT (13). The IDT has a gradation region where the electrode finger pitch of the electrode fingers (12) at both ends of the IDT (13) is different from the electrode finger pitch around the center of the IDT (13). The electrode finger pitch in the gradation

[続葉有]

WO 2005/067141 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

region successively changes the electrode finger pitch from the electrode finger at one end of the gradation region toward the electrode finger at the other end of the gradation region. The electrode finger pitch of the electrode finger at the one end of the gradation region is set smaller than the electrode finger pitch around the center portion of the IDT (13) by 1 to 5%.

(57) 要約: 圧電基板(11)と、圧電基板(11)の表面に設けた複数個の電極指(12)で構成されるIDT(13)と、このIDT(13)の両端部に近接して設けた反射器(14)とを備え、上記IDT(13)は両端部の複数の電極指(12)の電極指ピッチを、このIDT(13)の中央付近の電極指ピッチと異ならせたグラデーション領域を有し、このグラデーション領域の電極指ピッチはグラデーション領域の一方に位置する最端部の電極指からグラデーション領域のもう一方の端部の電極指にかけて電極指ピッチを順次変化させるとともに、グラデーション領域の一方に位置する最端部の電極指の電極指ピッチを上記IDT(13)の中央付近の電極指ピッチの1～5%小さくした構成からなる。

## 1

## 明細書

## 弾性表面波共振子及びこれを用いた弾性表面波フィルタ

## 技術分野

- 5 本発明は、携帯電話等に用いられる弾性表面波共振子及び弾性表面波フィルタに関する。

## 背景技術

- 10 携帯電話等の通信機器においては、必要とする周波数のみを取り出すために弾性表面波フィルタが用いられている。このような弾性表面波フィルタとしては、例えば低損失で、かつ広帯域のフィルタ特性等、通信機器に対応して種々の特性が要求されている。

- 15 一般に、低損失かつ広帯域を実現する方法としては、一端子対共振子を直列腕と並列腕とに交互に配置してなる梯子型弾性表面波フィルタが知られている。このような弾性表面波フィルタは、一般的に図19に示す構成を有している。図19に示す弾性表面波フィルタは、圧電基板100の表面上に、直列腕に2つの弾性表面波共振子200が接続され、並列腕に2つの弾性表面波共振子300が接続されて構成されている。そして、これらの弾性表面波共振子200、300は、複数の電極指で構成される一対のインターディジタルトランスデューサ（以下、IDTとよぶ）  
20 と、その両側に配置された反射器とにより構成されている。また、直列腕の弾性表面波共振子200を構成するIDTの櫛形電極の一方は、それぞれ入出力端子410、420に接続されている。

- このような弾性表面波フィルタが用いられる携帯電話等の通信機器では高周波化が進んでおり、それに対応した弾性表面波フィルタが要求されている。このような  
25 高周波化に対応するために、圧電基板として $38^{\circ} \sim 46^{\circ}$ Ycut X伝搬タンタル酸リチウム（LiTaO<sub>3</sub>）基板を用いて伝搬損失を小さくする開発が行われている。

- さらに、携帯電話では変調方式としてCDMA（code division multiple access）方式が採用されるようになってきており、通過帯  
30 域内の微小なりップルを抑制することが要求されている。

日本特開 2 0 0 1 - 1 1 9 2 6 0 号公報には、リップルを抑制するための弾性表面波フィルタが示されている。この弾性表面波フィルタは、 $38^{\circ} \sim 46^{\circ}$  Ycut X伝搬タンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) 基板の表面に少なくとも 2 つの弾性表面波共振子を直列腕に、少なくとも 1 つの弾性表面波共振子を並列腕に備えている。さらに、直列腕の弾性表面波共振子が複数の電極指からなる励振電極を有して

5 いる。この直列腕の弾性表面波共振子のうち最も少ない電極指対数を  $N$  ( $N$  は自然数) としたとき、他の直列腕の弾性表面波共振子のうち少なくとも 1 つの弾性表面波共振子における電極指対数を  $n \times N$  ( $n$  は自然数) と異なる対数とした構成からなる。

- 10 このような構成とすることにより、最も少ない電極指対数または反射電極本数を有する直列腕の弾性表面波共振子が原因となって生じるリップルを、電極指対数または反射電極本数が正の整数倍ではない直列腕の弾性表面波共振子によって打ち消すことができるとしている。

- 15 上記文献に開示された弾性表面波フィルタの場合には、複数の直列共振子のリップルの位置をずらすことで、全体としてリップルを小さくしようとする方法である。しかし、それぞれの共振特性にリップルが存在するので、この構成でリップルを低減させるには限界が生じる。

また、図 1 9 に示す従来の一般的な構成では、直列共振子の電極指対数を少なくすると、通過帯域内のリップルが大きくなるという課題がある。

- 20 本発明は、上記従来の課題を解決するもので、リップルの小さい弾性表面波共振子および弾性表面波フィルタを提供することを目的とする。

#### 発明の開示

- 上記目的を達成するために、本発明の弾性表面波共振子は、圧電基板と、この圧電基板の表面に設けた複数個の電極指で構成される IDT と、この IDT の両端部に近接して設けた反射器とを備え、上記 IDT は両端部の複数の電極指の電極指ピッチを上記 IDT の中央付近の電極指ピッチと異ならせたグラデーション領域を有し、このグラデーション領域の電極指ピッチはグラデーション領域の一方の端部で上記 IDT の端部に位置する最端部の電極指の電極指ピッチを上記 IDT の中央付近の電極指ピッチの 1 ~ 5 % 小さく設定するとともに、上記最端部の電極指からグ
- 25
- 30

ラデーション領域のもう一方の端部で上記 I D T の中央側に位置する電極指にかけて電極指ピッチを上記 I D T の中央付近の電極指ピッチに漸近させるように順次変化させた構成からなる。

また、上記構成において、上記グラデーション領域の電極指の本数をグラデーション領域の一方の端部に位置する最端部の電極指の電極指ピッチの設定値に対応して設定してもよい。さらに、グラデーション領域の電極指の本数を 5 ～ 30 本としてもよい。

このような構成とすることにより、リップルの小さい弾性表面波共振子を得ることができる。

10 また、本発明の弾性表面波フィルタは、圧電基板と圧電基板の表面に直列共振子と並列共振子とを設けて接続してなる梯子型であって、直列共振子の 1 つ以上に上記記載の弾性表面波共振子を用いた構成からなる。さらに、圧電基板と圧電基板の表面に直列共振子と並列共振子とを設けて接続してなる梯子型であって、直列共振子および並列共振子のそれぞれ 1 つ以上に上記記載の弾性表面波共振子を用いた構成

15 成としてもよい。

このような構成とすることにより、リップルの小さい梯子型弾性表面波フィルタを得ることができる。

また、本発明の弾性表面波フィルタは、圧電基板と、この圧電基板上の同一弾性表面波伝播路上に近接して設けた複数個の I D T と、複数個の上記 I D T が配設された構成の両端部に設けた反射器とを備える。さらに、上記複数個の I D T は少なくとも 1 つが信号経路に直列に接続されている第 1 の I D T であり、少なくとも 1 つは信号経路とグランドとの間に接続されている第 2 の I D T である。それらのうち、上記第 1 の I D T は複数個の電極指で構成され、両端部の複数の電極指の電極指ピッチを上記第 1 の I D T の中央付近の電極指ピッチと異ならせたグラデーション領域を有する。このグラデーション領域の電極指ピッチが、グラデーション領域の一方の端部で上記第 1 の I D T の端部に位置する最端部の電極指の電極指ピッチを上記第 1 の I D T の中央付近の電極指ピッチの 1 ～ 5 % 小さく設定されるとともに、この最端部の電極指からグラデーション領域のもう一方の端部で上記第 1 の I D T の中央側に位置する電極指にかけて電極指ピッチを上記第 1 の I D T の中央付近の電極指ピッチに漸近させるように順次変化させた構成からなる。

20

25

30

さらに、上記構成において、第 2 の I D T は複数個の電極指で構成され、両端部の複数の電極指の電極指ピッチを上記第 2 の I D T の中央付近の電極指ピッチと異ならせたグラデーション領域を有し、このグラデーション領域の電極指ピッチはグラデーション領域の一方の端部で上記第 2 の I D T の端部に位置する最端部の電極指の電極指ピッチを上記第 2 の I D T の中央付近の電極指ピッチの 1 ~ 5 % 小さく設定するとともに、この最端部の電極指からグラデーション領域のもう一方の端部で上記第 2 の I D T の中央側に位置する電極指にかけて電極指ピッチを上記第 2 の I D T の中央付近の電極指ピッチに漸近させるように順次変化させてもよい。

このような構成とすることにより、リップルの小さい弾性表面波フィルタを得ることができる。

以上のように、本発明の弾性表面波共振子および弾性表面波フィルタによれば、I D T の対数を少なくしても、両端部にグラデーション領域を設けることでリップルを小さくでき、弾性表面波共振子および弾性表面波フィルタの特性を向上できるという大きな効果を奏する。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態にかかる弾性表面波共振子の平面図

図 2 は、図 1 に示す I D T の左側端部を拡大して示した図

図 3 は、同実施の形態にかかる弾性表面波共振子において、実施例 1 の共振子の反射特性をシミュレーションにより求めた結果を示す図

図 4 は、同実施の形態にかかる弾性表面波共振子において、比較例 1 の共振子についての反射特性のシミュレーション結果を示す図

図 5 は、同実施の形態にかかる弾性表面波共振子において、実施例 1 の共振子の I D T の放射特性のシミュレーション結果を示す図

図 6 は、同実施の形態にかかる弾性表面波共振子において、比較例 1 の共振子の I D T の放射特性のシミュレーション結果を示す図

図 7 は、同実施の形態にかかる弾性表面波共振子において、実施例 1 の共振子の通過特性のシミュレーション結果を示す図

図 8 は、同実施の形態にかかる弾性表面波共振子において、比較例 1 の共振子の通過特性のシミュレーション結果を示す図

図9は、図1に示すような弾性表面波共振子においてIDTの電極指の本数を100本として、両端部に設けるグラデーション領域の本数を変化させたときのリップルとロスを求めたもので、最端部の電極指ピッチ $d_1$ をIDT中央付近の電極指ピッチに対して1%小さくした場合の結果を示す図

5 図10は、図9と同様で、最端部の電極指ピッチ $d_1$ をIDT中央付近の電極指ピッチに対して2%小さくした場合の結果を示す図

図11は、図9と同様で、最端部の電極指ピッチ $d_1$ をIDT中央付近の電極指ピッチに対して3%小さくした場合の結果を示す図

10 図12は、図9と同様で、最端部の電極指ピッチ $d_1$ をIDT中央付近の電極指ピッチに対して5%小さくした場合の結果を示す図

図13は、図9から図12までの結果をもとに、IDT中央付近の電極指ピッチに対する最端部の電極指ピッチ $d_1$ の変化量とリップルおよびロスとの関係を求めた結果を示す図

15 図14から図16までは、図1に示すような弾性表面波共振子においてIDTの電極指の本数を300本として、両端部に設けるグラデーション領域の本数を変化させたときのリップルとロスを求めた結果を示す図

図17は、本発明の第2の実施の形態にかかる弾性表面波フィルタの構成を示す平面図

20 図18は、本発明の第3の実施の形態にかかる弾性表面波フィルタの構成を示す平面図

図19は、一端子対共振子を直列腕と並列腕とに交互に配置してなる従来構成の梯子型弾性表面波フィルタを示す図

発明を実施するための最良の形態

25 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、同じ要素については同じ符号を付しているので説明を省略する場合がある。また、以下に示す図面は模式的な図であり、電極指本数やピッチを正確に表現してはいない。

(第1の実施の形態)

30 図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる弾性表面波共振子10の平面図である。この弾性表面波共振子10は、 $39^\circ$  YカットX伝播タンタル酸リチウム(L

i TaO<sub>3</sub>) からなる圧電基板 11 の表面に形成された複数の電極指 12 で構成される IDT 13 と、その両端部に近接して配置された反射器 14 とから構成されている。なお、IDT 13 の電極指 12 はそれぞれ共通に接続されて櫛型電極を構成し、これらは入出力端子 21、22 に接続される。

- 5 本実施の形態においては、IDT 13 の電極指 12 の対数を全体として 90 対、すなわち電極指 12 の本数としては 180 本とし、反射器 14 の本数をそれぞれ 40 本とし、IDT 13 の電極指ピッチはその中央付近で 2  $\mu$ m とした構成を例として説明する。さらに、本実施の形態の場合、電極指 12 の電極指ピッチを異ならせる本数は、IDT 13 の両端部の 15 本とした。この 15 本についての電極指ピッチは、以下のように変化させた。

- 図 2 は、図 1 に示す IDT 13 の左側端部を拡大して示した図である。反射器 14 に最も隣接する最端部の電極指 1201 とその隣の電極指 1202 との中心間距離を  $d_1$ 、電極指 1202 とその隣の電極指 1203 との中心間距離を  $d_2$ 、電極指 1203 と電極指 1204 との中心間距離を  $d_3$ 、以降 15 番目の電極指 1215 までの中心間距離を  $d_4$ 、 $d_5$ 、 $\dots$ 、 $d_{15}$  とする。本実施の形態の場合には、IDT 13 の中央領域の電極指の電極指ピッチである 2  $\mu$ m に対して、 $d_1$  を 2% 小さくし、以降 15 本まで直線的に増加させていき、16 本目以降の電極指ピッチは 2  $\mu$ m とした。すなわち、 $d_1 = 1.96 \mu\text{m}$ 、 $d_2 = 1.9626 \mu\text{m}$ 、 $d_3 = 1.9653 \mu\text{m}$ 、 $\dots$ 、 $d_{15} = 1.9973 \mu\text{m}$  とし、 $d_{16}$  以降はすべて 2  $\mu$ m のピッチとした。なお、IDT 13 の右側端部も同様にして、両方が対称になるように構成した。 $d_1$  から  $d_{15}$  に相当する電極指 1201 から 1215 までがグラデーション領域 1250 である。また、最端部の電極指ピッチは  $d_1$  である。これを以下では、実施例 1 の共振子とよぶ。

- 一方、図 1 に示す弾性表面波共振子と構成は同じであるが、IDT 13 の電極指ピッチがすべて同一ピッチで構成された弾性表面波共振子を比較用とした。これを以下では、比較例 1 の共振子とよぶ。

図 3 は、実施例 1 の共振子の反射特性をシミュレーションにより求めた結果を示す図であり、図 4 は比較例 1 の共振子についての反射特性のシミュレーション結果を示す図である。それぞれ、縦軸は反射特性で、横軸は周波数である。



図4からわかるように、比較例1の共振子は、ストップバンド外では、周期的に反射係数が極大、極小値をとることがわかる。なお、この反射係数の極大と極小の周波数間隔は、電極指の本数が少なくなるほど大きくなり、かつ極大と極小間の反射係数の差も大きくなることを見出された。

- 5 一方、実施例1の共振子では、反射特性に重み付けされた状態になり、比較例1の共振子と比べると周波数の低い側のストップバンド近くのサイドローブの大きさが抑制されることが見出された。

- 図5は、実施例1の共振子のIDTの放射特性のシミュレーション結果を示す図であり、図6は同様に比較例1の共振子のIDTの放射特性のシミュレーション結果を示す図である。それぞれ、縦軸は放射特性で、横軸は周波数である。また、この放射特性のピークは共振点である。実施例1の共振子では、比較例1の共振子に比べてピークの放射特性が改善されている。さらに、共振点であるピーク位置とピーク位置より低い周波数側で生じる複数の極大点のうちのピーク位置に隣接する極大値との減衰量の差が比較例1の共振子より大きくなることを見出された。

- 15 図7は、実施例1の共振子の通過特性のシミュレーション結果を示す図であり、図8は、同様に比較例1の共振子の通過特性のシミュレーション結果を示す図である。それぞれ、縦軸は通過特性で、横軸は周波数である。

- 図8からわかるように、比較例1の共振子では、反射特性と放射特性とから得られる結果として、通過特性においても共振点より低いストップバンド近くの周波数領域にリップルが生じた。このリップルは、IDTの対数を少なくするほど、通過特性、特に共振点より周波数の低い領域で大きくなる傾向を有する。

これに対して、図7からわかるように実施例1の共振子では、通過特性のリップルがほとんど生じず、良好な特性を得られることを見出された。

- 従来、弾性表面波共振子のIDTにアポダイズ重み付けを施すことは行われている。しかし、アポダイズ重み付けでは、電極指の位置は変わらない。したがって、反射特性も変わらないので、実施例1の共振子で示したような効果は得られない。

- 実施例1の共振子は、IDTの電極指の本数を180本とし、両端の15本のみ  
の電極指ピッチを変化させた。そこで、このような電極指ピッチ、すなわち対数  
を変化させる場合の効果について、IDTの対数および電極指ピッチの異なる弾性表  
面波共振子について同様なシミュレーションを行った。

図9から図12までは、図1に示すような弾性表面波共振子においてIDTの電極指の本数を100本として、両端部に設けるグラデーション領域の本数を変化させたときのリップルとロスを求めた結果をそれぞれ示す。なお、図9から図12までにおいては、図1に示すようにグラデーション領域の一方の端部に位置する最端部の電極指の電極指ピッチ、すなわち $d_1$ の変化量をパラメータとしている。なお、リップルは共振点より周波数の低い領域で生じるリップルの最大値を求めた。さらに、ロスはピークのロスを求めた。また、これらの図において、左側縦軸はリップルを、右側縦軸はロスの値をそれぞれ示し、横軸はグラデーション領域の電極指の本数である。

- 10 図9は、最端部の電極指ピッチ $d_1$ をIDT中央付近の電極指ピッチに対して1%小さくした場合の結果である。この場合、グラデーション領域の電極指ピッチの換え方は以下のようにした。例えば、電極指の本数が20本の場合、 $d_1$ から $d_{20}$ までにわたって直線的に電極指ピッチを変化させた。このようにグラデーション領域の電極指ピッチを直線的に変化させることについては、図10から図12においてもすべて同様とした。 $d_1$ を中央部の電極指ピッチに対して1%小さくした場合には、リップルが最小となるグラデーション領域の電極指本数は25本で、そのときのリップルは0.002 dBであった。また、ロスが最小となる電極指本数は30本で、そのときのロスの値は0.088 dBであった。

- 20 図10は、最端部の電極指ピッチ $d_1$ をIDT中央付近の電極指ピッチに対して2%小さくした場合の結果である。 $d_1$ を中央部の電極指ピッチに対して2%小さくした場合には、リップルが最小となるグラデーション領域の電極指本数は15本で、そのときのリップルは0 dBであった。また、ロスが最小となる電極指本数はリップルが最小となる電極指本数と一致し、15本であり、そのときのロスの値は0.088 dBであった。

- 25 図11は、最端部の電極指ピッチ $d_1$ をIDT中央付近の電極指ピッチに対して3%小さくした場合の結果である。 $d_1$ を中央部の電極指ピッチに対して3%小さくした場合には、リップルが最小となるグラデーション領域の電極指本数は12本で、そのときのリップルは0.12 dBであった。また、ロスが最小となる電極指本数は10本であり、そのときのロスの値は0.088 dBであった。なお、図1

1 からわかるように、 $d_1$  を 3 % 小さくしたときには、グラデーション領域の電極指本数の増加に伴い、リップルおよびロスともに急激に大きくなる傾向が見られた。

図 1 2 は、最端部の電極指ピッチ  $d_1$  を I D T 中央付近の電極指ピッチに対して 5 % 小さくした場合の結果である。 $d_1$  を中央部の電極指ピッチに対して 5 % 5 小くした場合には、リップルが最小となるグラデーション領域の電極指本数は 7 本で、そのときのリップルは 0. 2 d B であった。また、ロスが最小となる電極指本数は 5 本であり、そのときのロスの値は 0. 0 8 9 d B であった。さらに、図 1 2 からわかるように、 $d_1$  を 5 % 小さくしたときには、グラデーション領域の電極指本数の増加に伴い、リップルおよびロスが図 1 1 よりもさらに急激に大きくなる傾向が 10 見られた。

以上のように、グラデーション領域の電極指本数の最適値は  $d_1$  の設定値に対応して異なるが、グラデーション領域を設けることによりリップルを大幅に低減できることが見出された。一方、グラデーション領域を設けることでロスも低減できることがわかった。

15 図 1 3 は、上記の結果をもとに、I D T 中央付近の電極指ピッチに対する最端部の電極指ピッチ  $d_1$  の変化量とリップルおよびロスのそれぞれの最小値との関係性を求めた結果である。なお、図 1 3 においては、図 9 から図 1 2 までに示した結果だけでなく、さらにデータを加えている。左側縦軸はリップル、右側縦軸はロスであり、横軸は  $d_1$  の変化量である。弾性表面波共振子や弾性表面波フィルタとして用 20 いるためには、リップルを 0. 2 5 d B 以下とすることが要求されている。図からわかるように、リップルをこの値以下にするためには、 $d_1$  の値は 1 ~ 5 % とすることが要求される。さらに、CDMA 等のように小さなリップルでも問題となるような用途に用いるためには、 $d_1$  の値を 1 ~ 3 % の範囲とすることがより好ましい。

図 1 4 から図 1 6 までは、図 1 に示すような弾性表面波共振子において I D T の 25 電極指の本数を 3 0 0 本として、両端部に設けるグラデーション領域の本数を変化させたときのリップルとロスを求めた結果をそれぞれ示す。なお、図 1 4 から図 1 6 までにおいては、図 1 に示すようにグラデーション領域の一方の端部に位置する最端部の電極指ピッチ  $d_1$  の変化量をパラメータとしている。図 9 から図 1 1 および図 1 4 から図 1 6 に示した図からわかるように、I D T の電極指本数を 1 0 0 本

とした場合でも、300本とした場合であっても、リップルが最小値となるグラデーション領域の電極指本数はほぼ一致する結果が得られた。

これらの結果から、グラデーション領域の最端部の電極指からこのグラデーション領域のもう一方の端部でIDTの中央側に位置する電極指にかけて電極指ピッチを順次変化させ、かつグラデーション領域の最端部の電極指の電極指ピッチをIDT中央付近の電極指ピッチの1～5%小さくした場合、以下の結果が得られる。すなわち、リップルの最小値が得られるグラデーション領域の電極指本数は、IDTの電極指本数にはほとんど影響しないことが見出された。したがって、IDTの電極指の対数を少なくしても、グラデーション領域を設けることでリップルを大幅に低減でき、リップルが特に問題となるフィルタ用としても使用できる。さらに、対数を少なくすることで、弾性表面波フィルタの小型化も可能となる。

また、これらの条件を最適化することにより、従来の構成より共振損失を小さくすることもできる。

なお、グラデーション領域の電極指の電極指ピッチの異ならせ方は、例えば両端部の15本をすべて中央付近の電極指ピッチの0.98倍としてもリップル低減の効果が得られる。しかし、このような構成の場合には、挿入損失がやや大きくなる傾向を有するので、本実施の形態で説明したように順次変化させることがより望ましい。

#### (第2の実施の形態)

図17は、本発明の第2の実施の形態にかかる弾性表面波フィルタの構成を示す平面図である。本実施の形態では、第1の実施の形態にかかる弾性表面波共振子を用いて梯子型の弾性表面波フィルタを構成したことを特徴とする。

図17において、39° YカットX伝播タンタル酸リチウム(LiTaO<sub>3</sub>)からなる圧電基板11の上に電極膜厚が約0.4μmで、2個の直列共振子15と2個の並列共振子30を図示するように配置し、それぞれを電極配線により接続して梯子型弾性表面波フィルタを構成している。直列共振子15は、複数の電極指12からなるIDT13と、その両端部に近接して設けた反射器14よりなる。また、並列共振子30は、複数の電極指32からなるIDT33と、その両端部に近接して設けた反射器34よりなる。

直列共振子 15 は、それぞれ対数 90 対で、中央付近の電極指ピッチを約 2.34  $\mu\text{m}$  とし、グラデーション領域は図 1 と同様に IDT 13 の両端部に設けている。本実施の形態の場合、このグラデーション領域では、IDT 13 の両端部に位置する最端部の電極指の電極指ピッチを約 2.29  $\mu\text{m}$  とし、中央側に向かって徐々にそのピッチを増加させていき、16 本目で中央付近の電極指ピッチと同じになるように構成している。また、並列共振子 30 は、それぞれ対数 130 対で、電極指ピッチ約 2.44  $\mu\text{m}$  であり、グラデーション領域は設けていない。

第 1 の実施の形態で述べたように、共振点より周波数の低い領域でのリップルが大きく現れやすいため、梯子型弾性表面波フィルタを構成する場合、直列共振子 15 のリップルが通過帯域内に現れる。そこで、本実施の形態のように、直列共振子 15 の IDT 13 の両端部にグラデーション領域を設けることにより通過帯域内のリップルを低減することができる。

なお、本実施の形態では、2 個の直列共振子ともにグラデーション領域を設けたが、必ずしもすべての直列共振子に対してグラデーション領域を設ける必要はない。ただし、すべての直列共振子に対してグラデーション領域を設けるほうが、よりリップルを小さくできることから望ましい。また、直列共振子が複数個あり、それぞれの共振子で IDT の対数が異なる場合は、特に対数が少ない共振子に対してグラデーション領域を設けることが望ましい。

また、並列共振子 30 については、直列共振子のように通過帯域のリップルに対する影響はないが、グラデーション領域を設けることで並列共振子 30 の共振損失を低減することができる。したがって、フィルタ特性として、特に低域側減衰量が要求される場合には、並列共振子 30 にグラデーション領域を設けることは望ましい。

### (第 3 の実施の形態)

図 18 は、本発明の第 3 の実施の形態にかかる弾性表面波フィルタの構成を示す平面図である。第 2 の実施の形態では、一端子対弾性表面波共振子を用いた梯子型弾性表面波フィルタであるのに対し、本実施の形態では多端子対弾性表面波共振子を用いた弾性表面波フィルタであることが特徴である。

図 18 に示すように、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、39° Y カット X 伝播タンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) からなる圧電基板 11 の表面に電極膜厚

約 $0.4\mu\text{m}$ で、第1のIDT17、第2のIDT18、および第1のIDT17と第2のIDT18とが配設された構成の両端部に反射器14を近接して設けたものを2個図示するように配設している。

5 第1のIDT17は、2個の入出力端子21、22間の信号経路に直列に配設されて接続されている。また、第2のIDT18は、信号経路とグランドとの間に配設されて接続されている。第1のIDT17は対数90対で、中央付近の電極指ピッチを約 $2.34\mu\text{m}$ とし、両端部にグラデーション領域を設けている。このグラデーション領域の最端部の電極指の電極指ピッチを約 $2.29\mu\text{m}$ として、中央に向かって徐々に増加させて、16本目で中央付近の電極指ピッチと同じになるよう  
10 に構成している。また、第2のIDT18は対数130対で、電極指ピッチ約 $2.44\mu\text{m}$ であり、グラデーション領域は設けていない。

このような構成からなる多端子対弾性表面波共振子であっても、IDTそのものの反射特性および放射特性は変わらないので、第2の実施の形態と同様に通過帯域のリップルを大幅に抑制することができる。

15 なお、本実施の形態では、第1のIDT17と第2のIDT18とが、1つの共振子の中にそれぞれ1個設けられているが、本発明はこれに限定されない。いずれか又は両方ともに複数個設けてもよい。また、第1のIDT17と第2のIDT18との間に反射器を設けてもよい。

## 20 産業上の利用可能性

本発明にかかる弾性表面波共振子および弾性表面波フィルタは、リップルを低減できるという効果を有し、携帯電話等の通信分野あるいはテレビ等の映像分野等のフィルタに有用である。

1. 圧電基板と、前記圧電基板の表面に設けた複数の電極指で構成されるインター  
ディジタルトランスデューサと、前記インターディジタルトランスデューサの両  
5 端部に近接して設けた反射器とを備え、前記インターディジタルトランスデューサ  
は、両端部の複数の電極指の電極指ピッチを前記インターディジタルトランスデ  
ューサの中央付近の電極指ピッチと異ならせたグラデーション領域を有し、前記グラ  
デーション領域の電極指ピッチは、前記グラデーション領域の一方の端部で前記イ  
ンターディジタルトランスデューサの端部に位置する最端部の電極指の電極指ピッ  
10 チを前記インターディジタルトランスデューサの中央付近の電極指ピッチの1～  
5%小さく設定するとともに、前記最端部の電極指から前記グラデーション領域の  
もう一方の端部で前記インターディジタルトランスデューサの中央側に位置する電  
極指にかけて電極指ピッチを前記インターディジタルトランスデューサの中央付近  
の電極指ピッチに漸近させるように順次変化させたことを特徴とする弾性表面波共  
15 振子。

2. 前記グラデーション領域の前記電極指の本数を、前記グラデーション領域の一  
方の端部に位置する前記最端部の電極指の電極指ピッチの設定値に対応して設定す  
ることを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波共振子。

20

3. 前記グラデーション領域の前記電極指の本数を5～30本としたことを特徴と  
する請求項2に記載の弾性表面波共振子。

4. 圧電基板と、前記圧電基板の表面に直列共振子と並列共振子とを設けて接続し  
25 てなる梯子型の弾性表面波フィルタであって、前記直列共振子の1つ以上に請求項  
1に記載の弾性表面波共振子を用いたことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

5. 圧電基板と、前記圧電基板の表面に直列共振子と並列共振子とを設けて接続し  
てなる梯子型の弾性表面波フィルタであって、前記直列共振子および前記並列共振

子のそれぞれ1つ以上に請求項1に記載の弾性表面波共振子を用いたことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

5 6. 圧電基板と、前記圧電基板上の同一弾性表面波伝播路上に近接して設けた複数の  
個のインターディジタルトランスデューサと、複数の前記インターディジタルト  
ランスデューサが配設された構成の両端部に設けた反射器とを備え、前記複数の  
インターディジタルトランスデューサは、少なくとも1つが信号経路に直列に接続  
10 されている第1のインターディジタルトランスデューサであり、少なくとも1つは  
前記信号経路とグランドとの間に接続されている第2のインターディジタルトラン  
スデューサであり、前記第1のインターディジタルトランスデューサは複数の電  
極指で構成され、両端部の複数の電極指の電極指ピッチを前記第1のインターディ  
ジタルトランスデューサの中央付近の電極指ピッチと異ならせたグラデーション領  
域を有し、前記グラデーション領域の電極指ピッチは、前記グラデーション領域の  
15 一方の端部で前記第1のインターディジタルトランスデューサの端部に位置する最  
端部の電極指の電極指ピッチを前記第1のインターディジタルトランスデューサの  
中央付近の電極指ピッチの1～5%小さく設定するとともに、前記最端部の電極指  
から前記グラデーション領域のもう一方の端部で前記第1のインターディジタルト  
ランスデューサの中央側に位置する電極指にかけて電極指ピッチを前記第1のイン  
ターディジタルトランスデューサの中央付近の電極指ピッチに漸近させるように順  
20 次変化させたことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

7. 前記第2のインターディジタルトランスデューサは、複数の電極指で構成さ  
れ、両端部の複数の電極指の電極指ピッチを前記第2のインターディジタルトラン  
スデューサの中央付近の電極指ピッチと異ならせたグラデーション領域を有し、前  
25 記グラデーション領域の電極指ピッチは、前記グラデーション領域の一方の端部で  
前記第2のインターディジタルトランスデューサの端部に位置する最端部の電極指  
の電極指ピッチを前記第2のインターディジタルトランスデューサの中央付近の電  
極指ピッチの1～5%小さく設定するとともに、前記最端部の電極指から前記グラ  
デーション領域のもう一方の端部で前記第2のインターディジタルトランスデュー  
30 サの中央側に位置する電極指にかけて電極指ピッチを前記第2のインターディジタ



ルトランスデューサの中央付近の電極指ピッチに漸近させるように順次変化させたことを特徴とする請求項 6 に記載の弾性表面波フィルタ。

1/12

FIG. 1

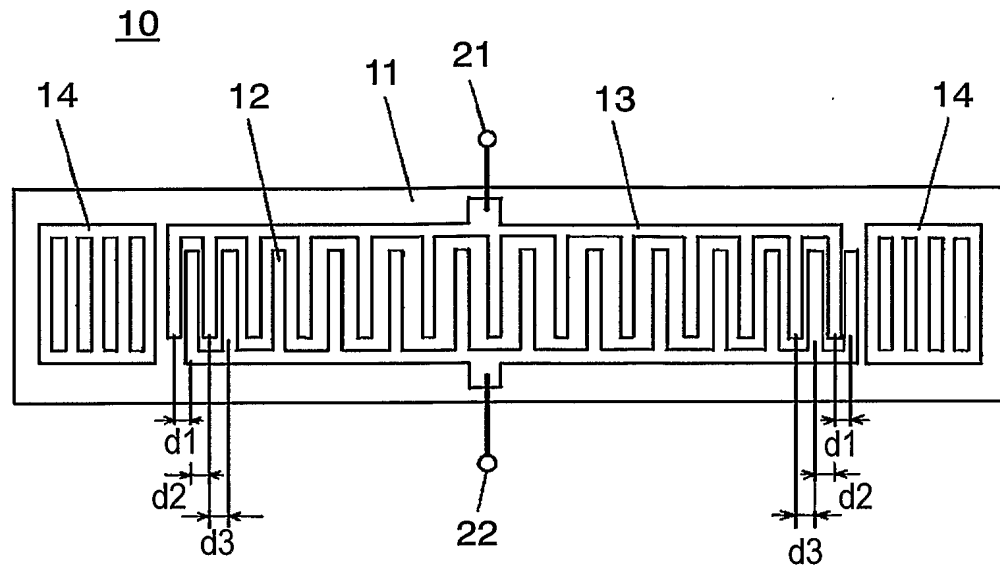
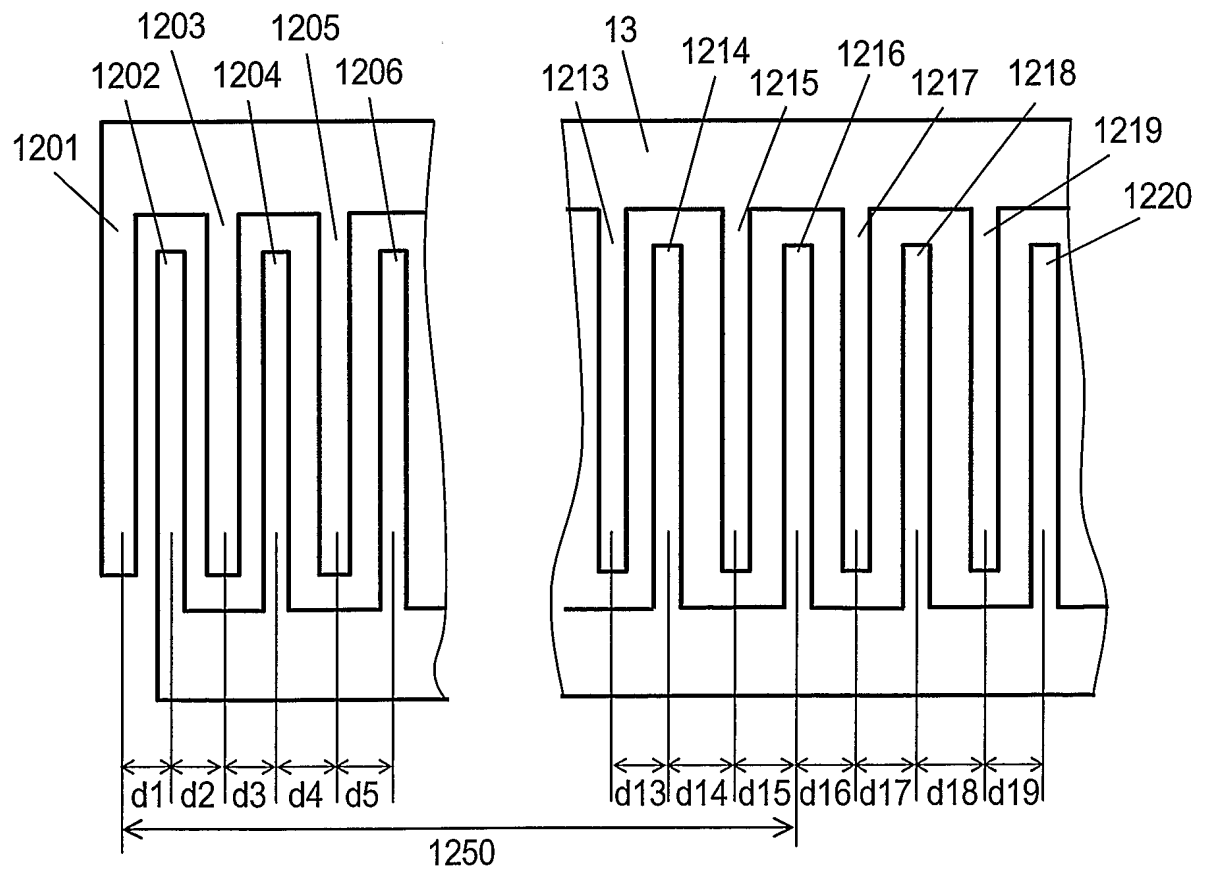


FIG. 2



2/12

FIG. 3

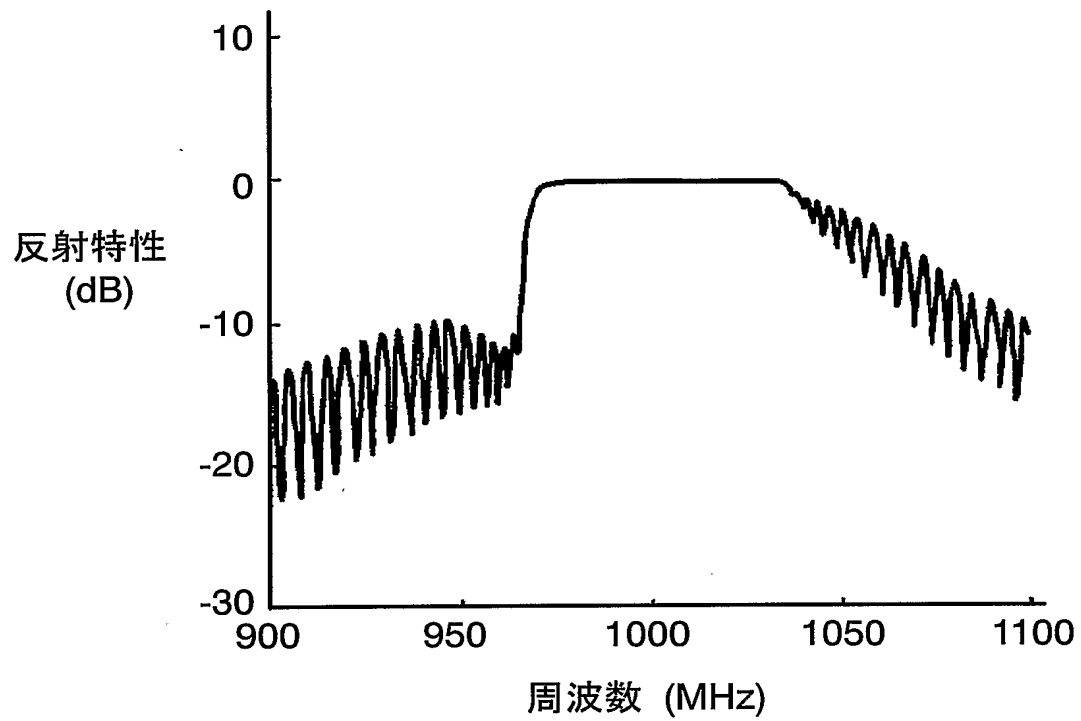
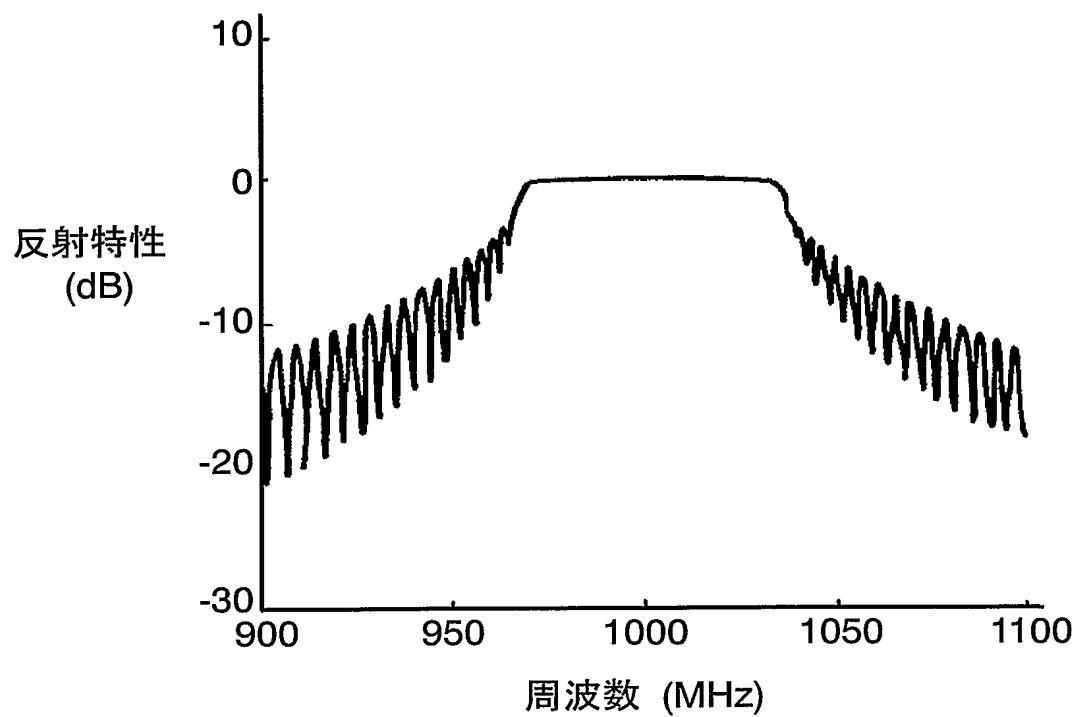


FIG. 4



3/12

FIG. 5

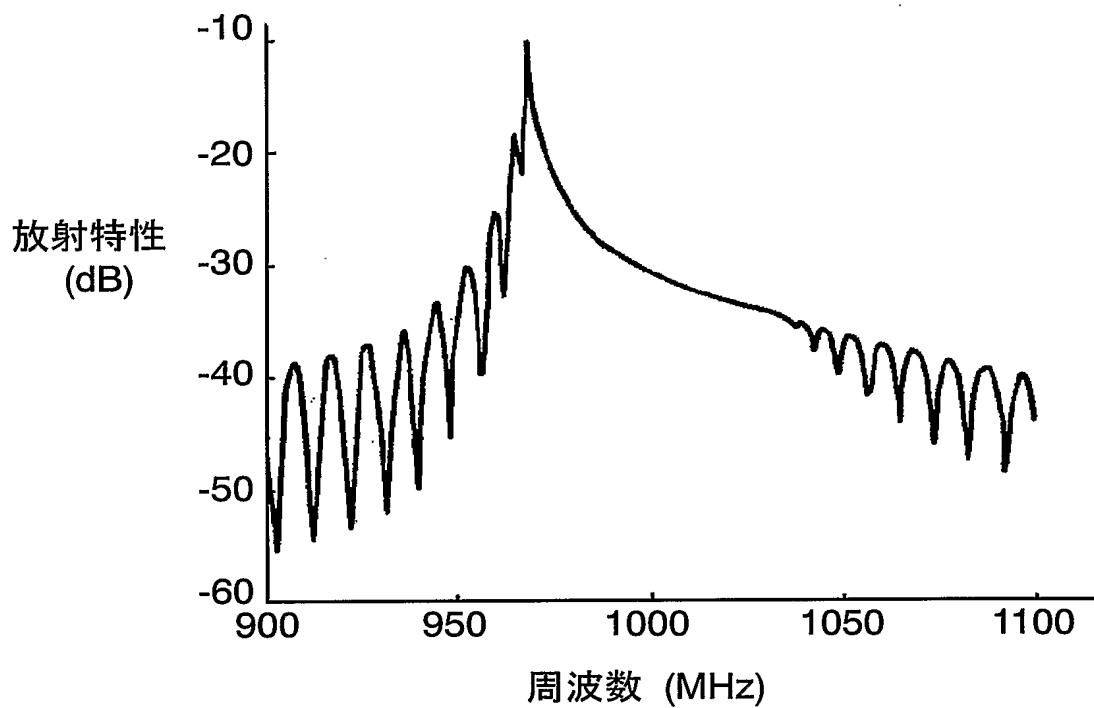
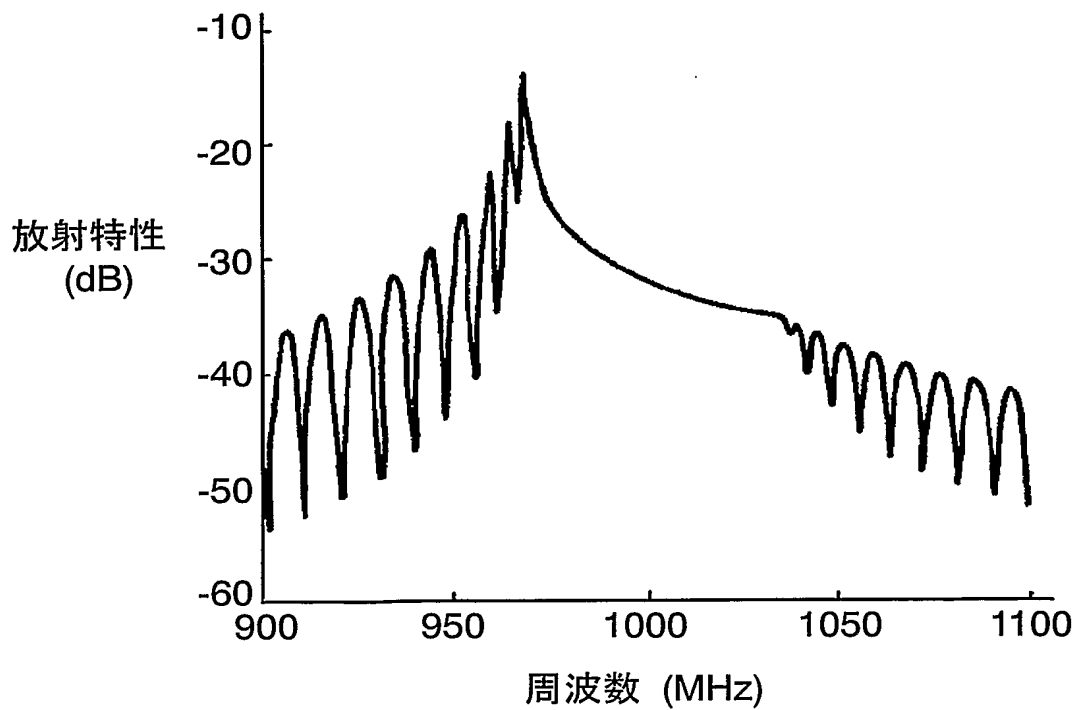


FIG. 6



4/12

FIG. 7

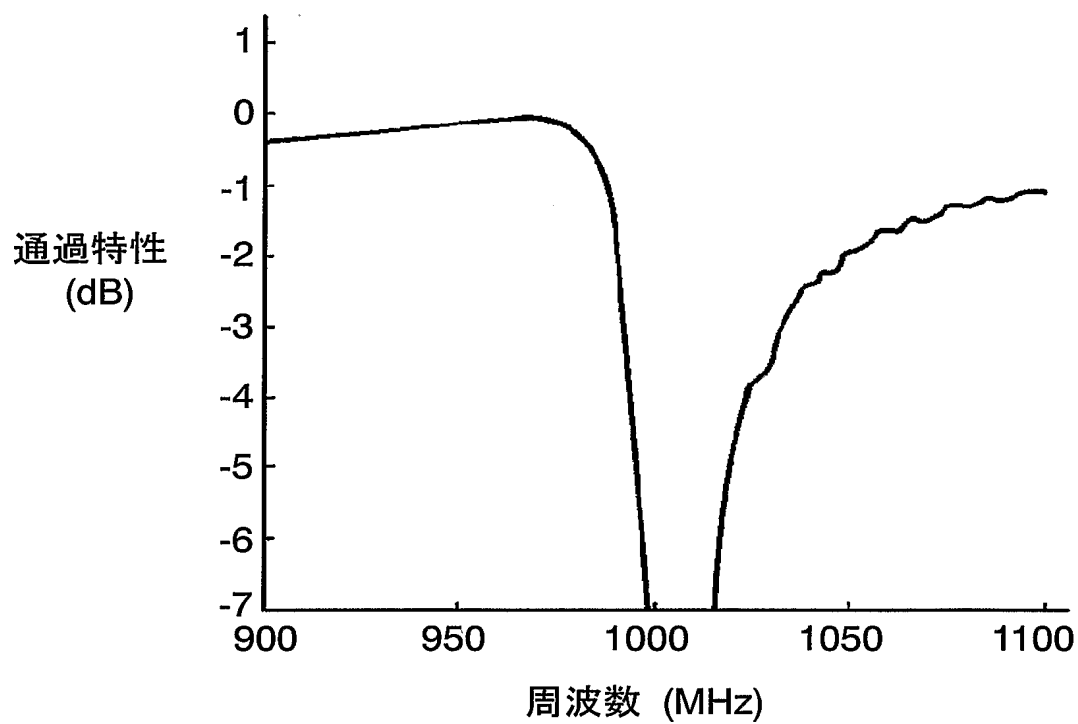
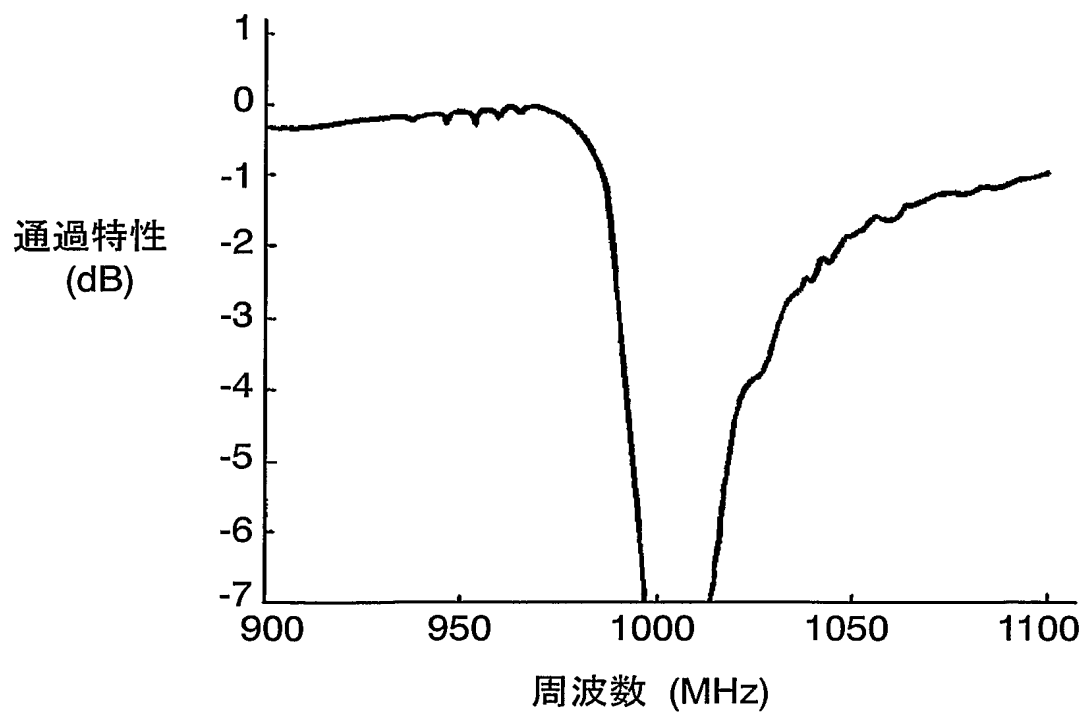


FIG. 8



5/12

FIG. 9

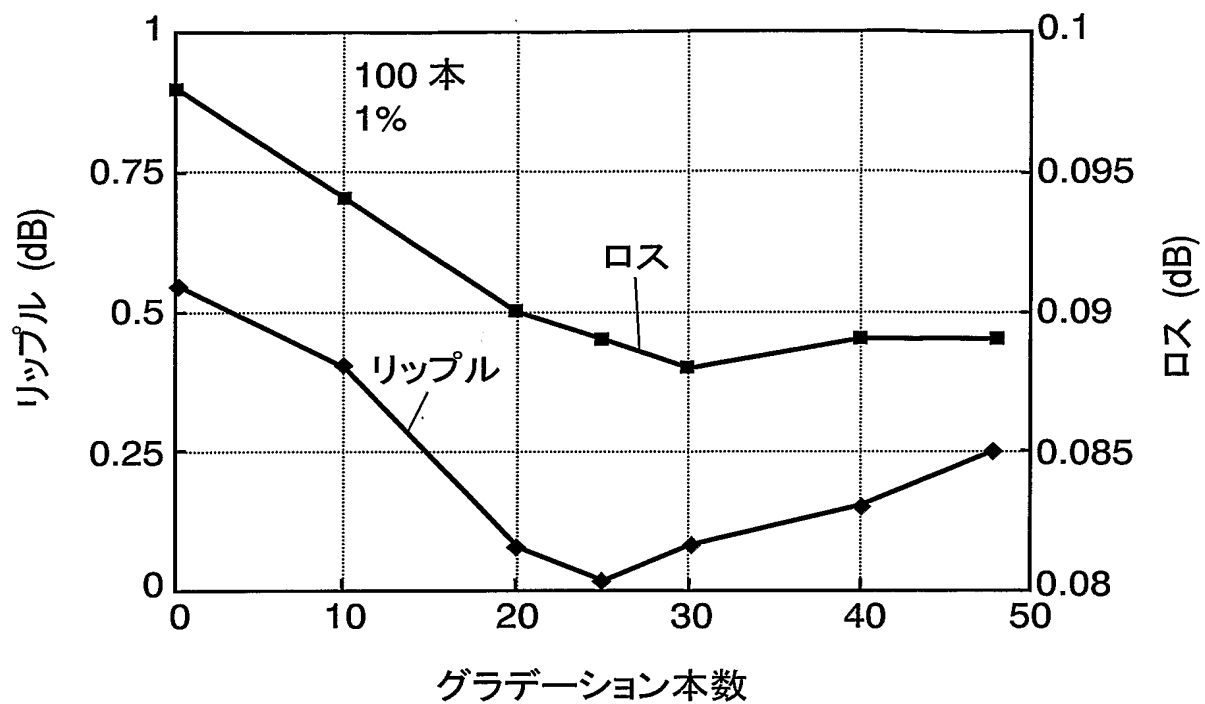
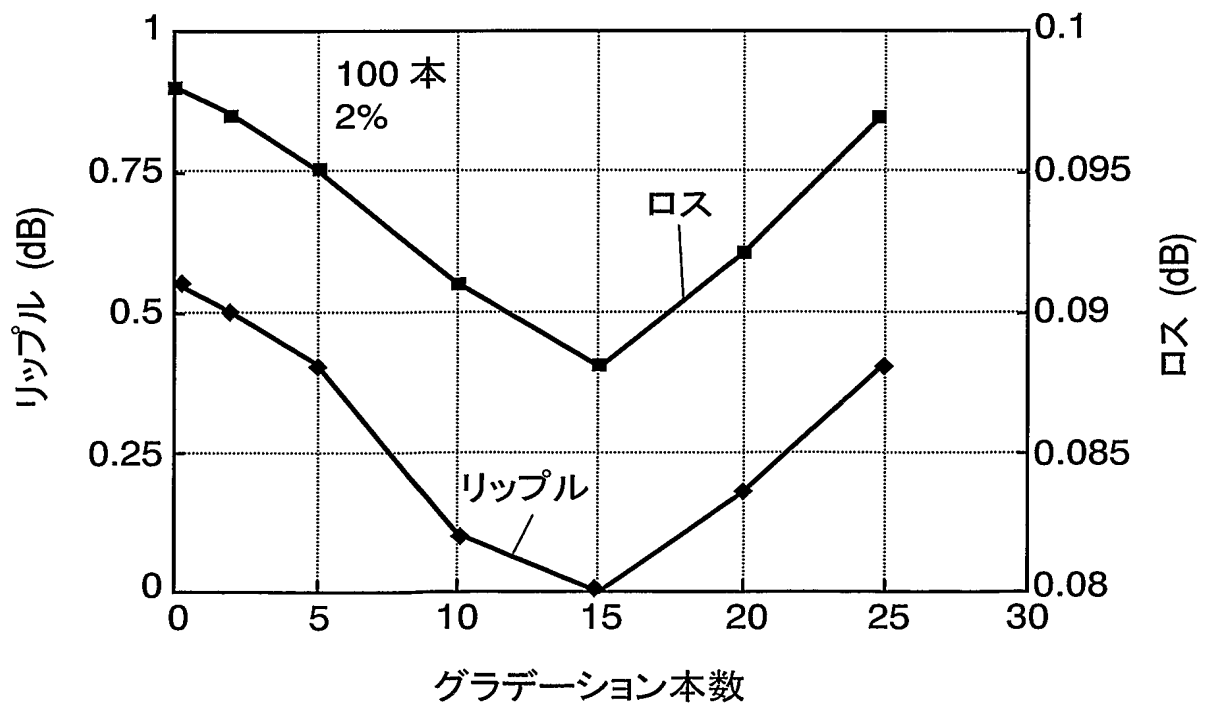


FIG. 10



6/12

FIG. 11

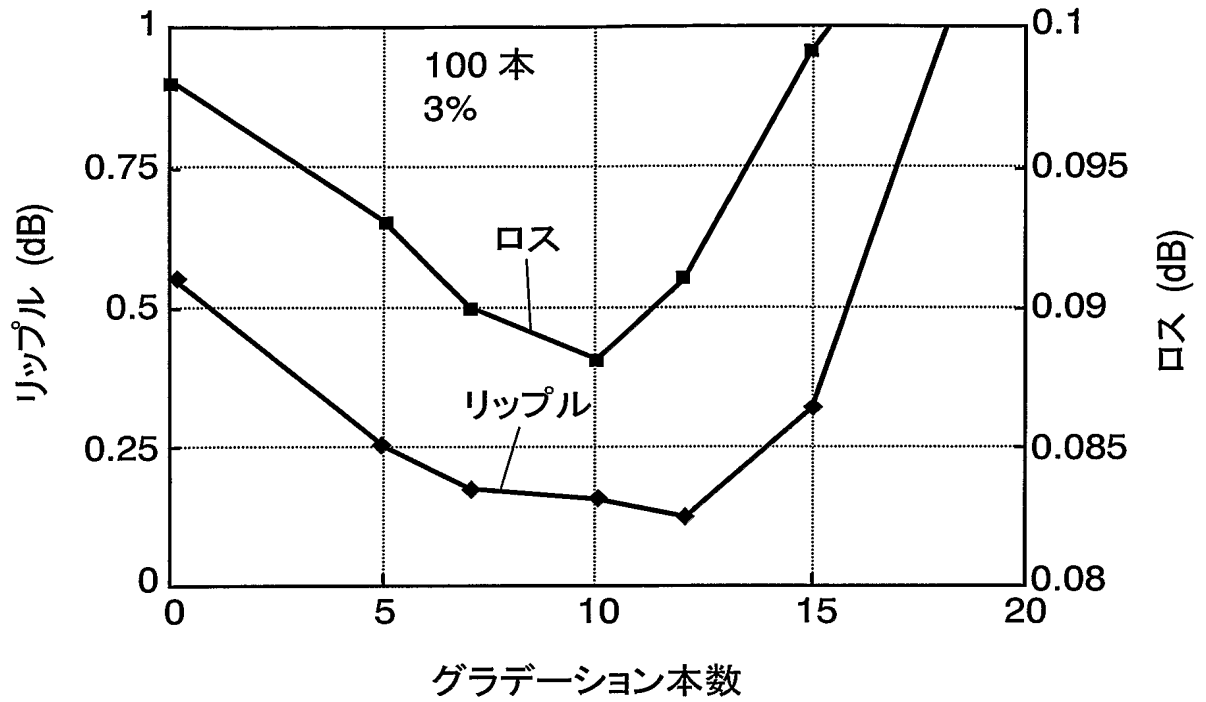
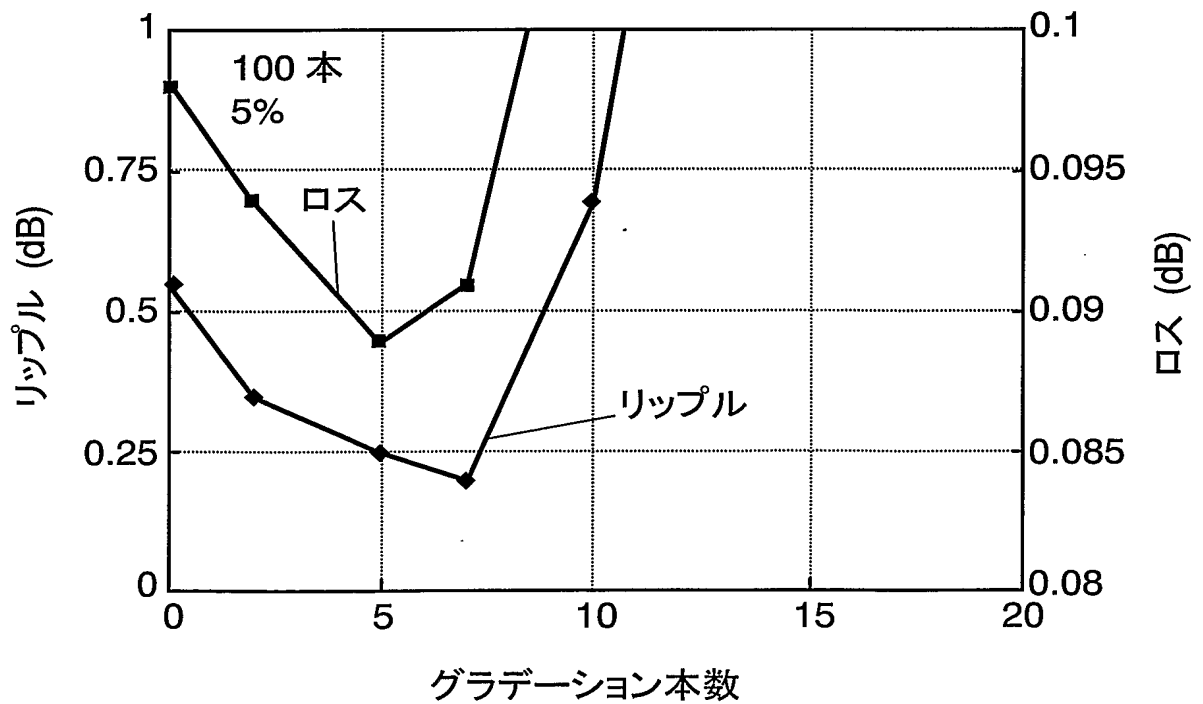


FIG. 12



7/12

FIG. 13

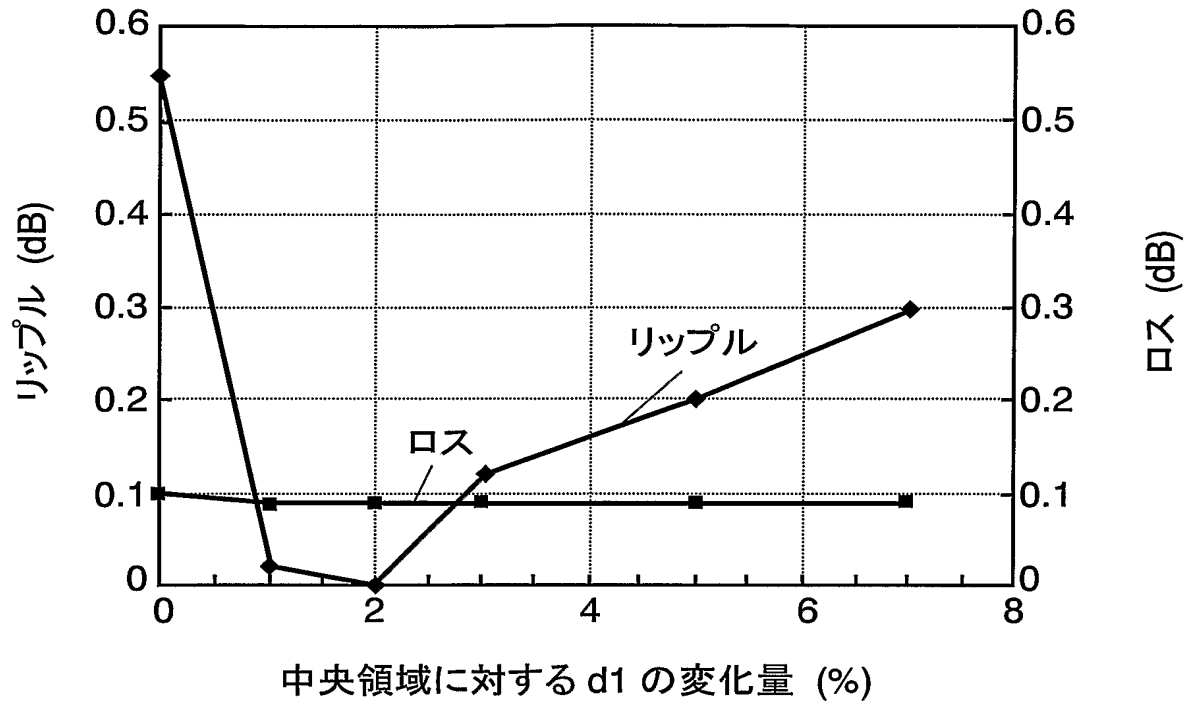
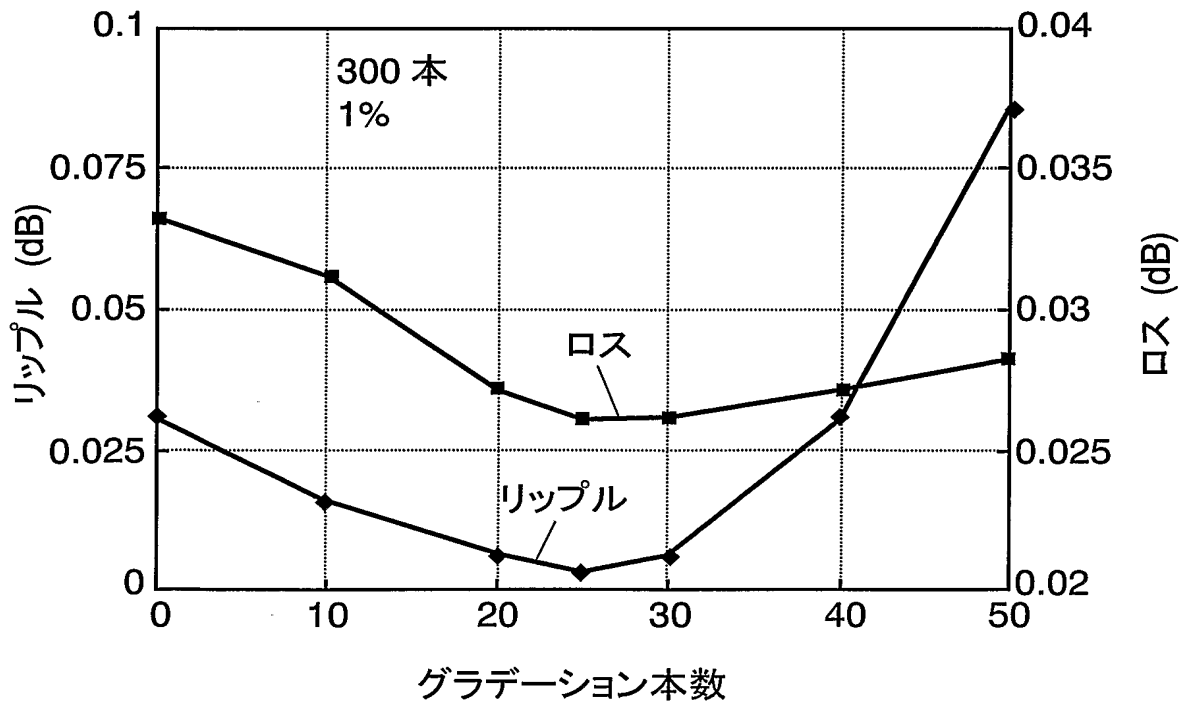


FIG. 14





8/12

FIG. 15

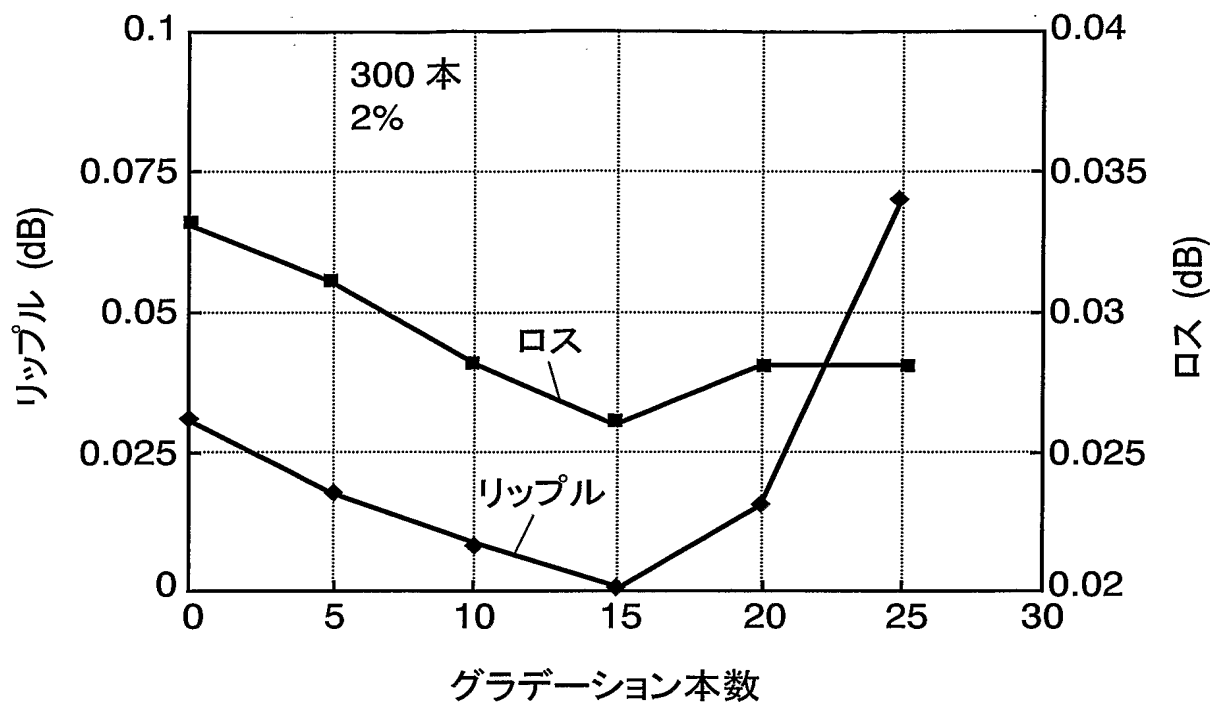
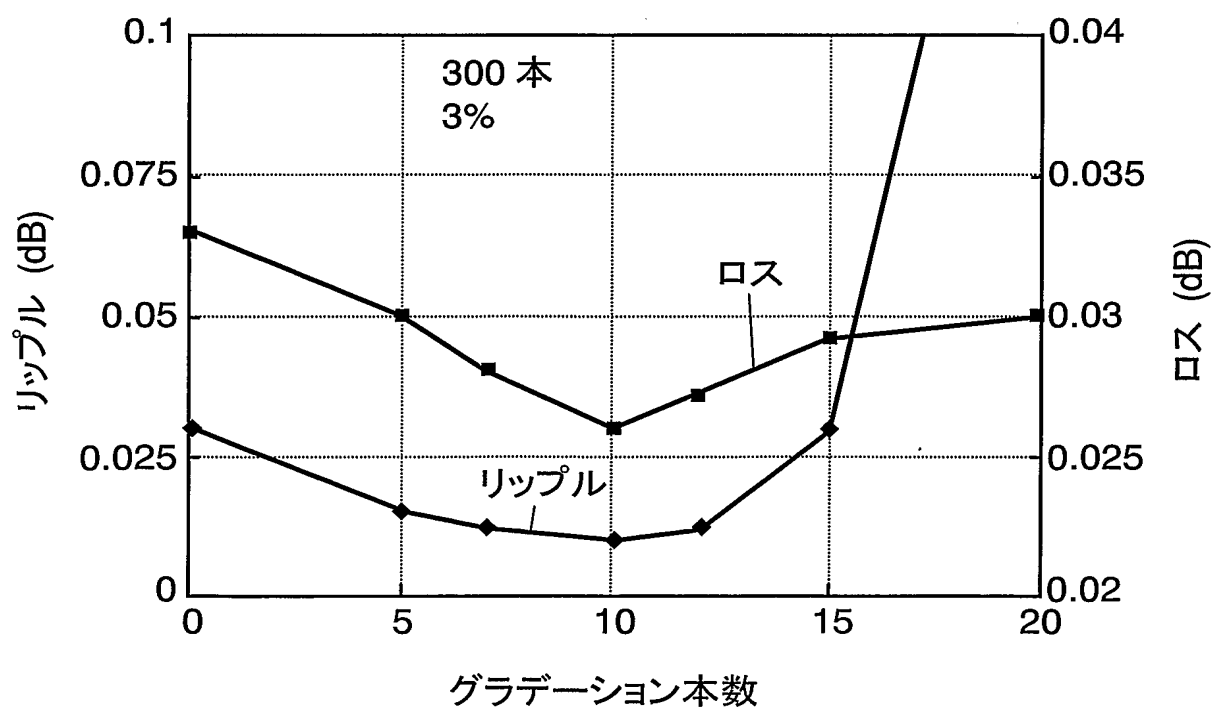
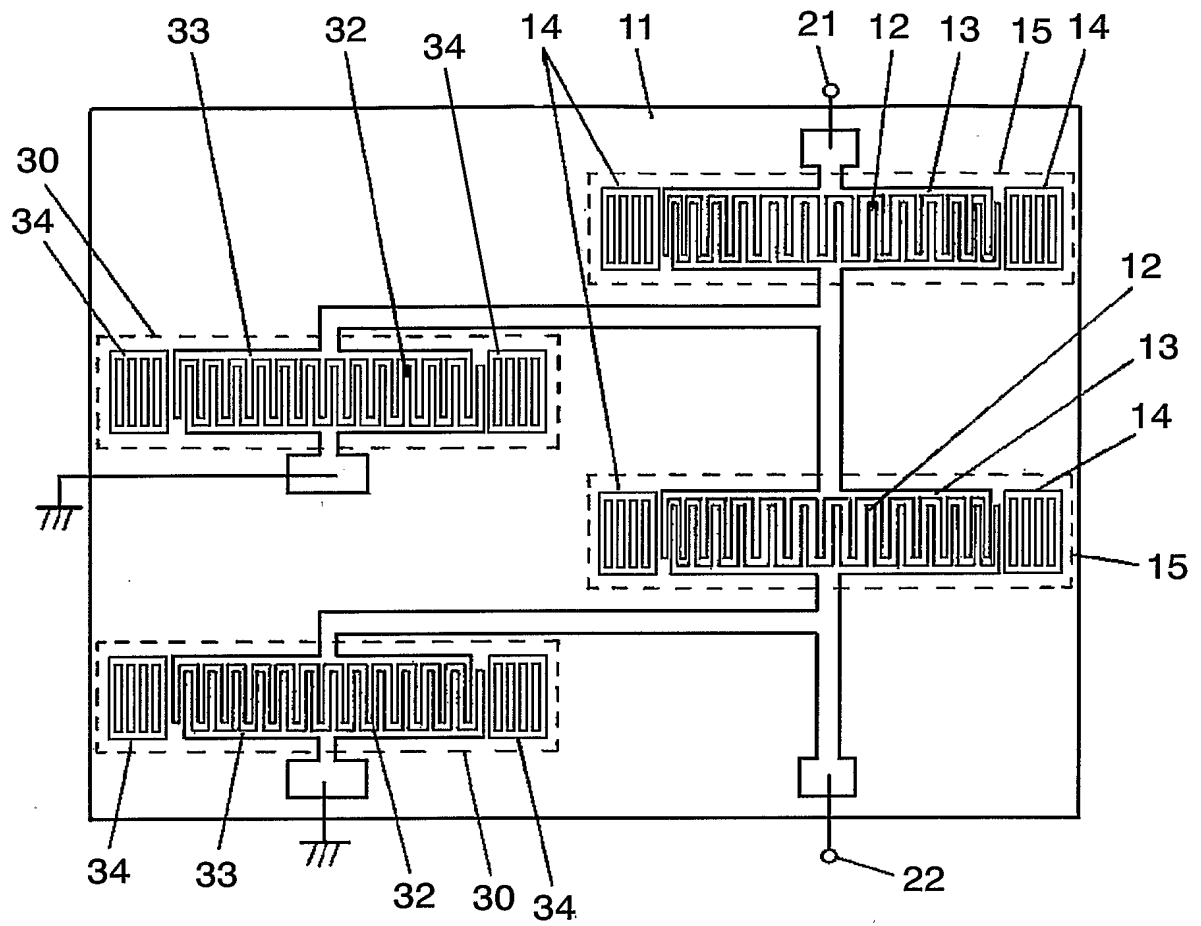


FIG. 16



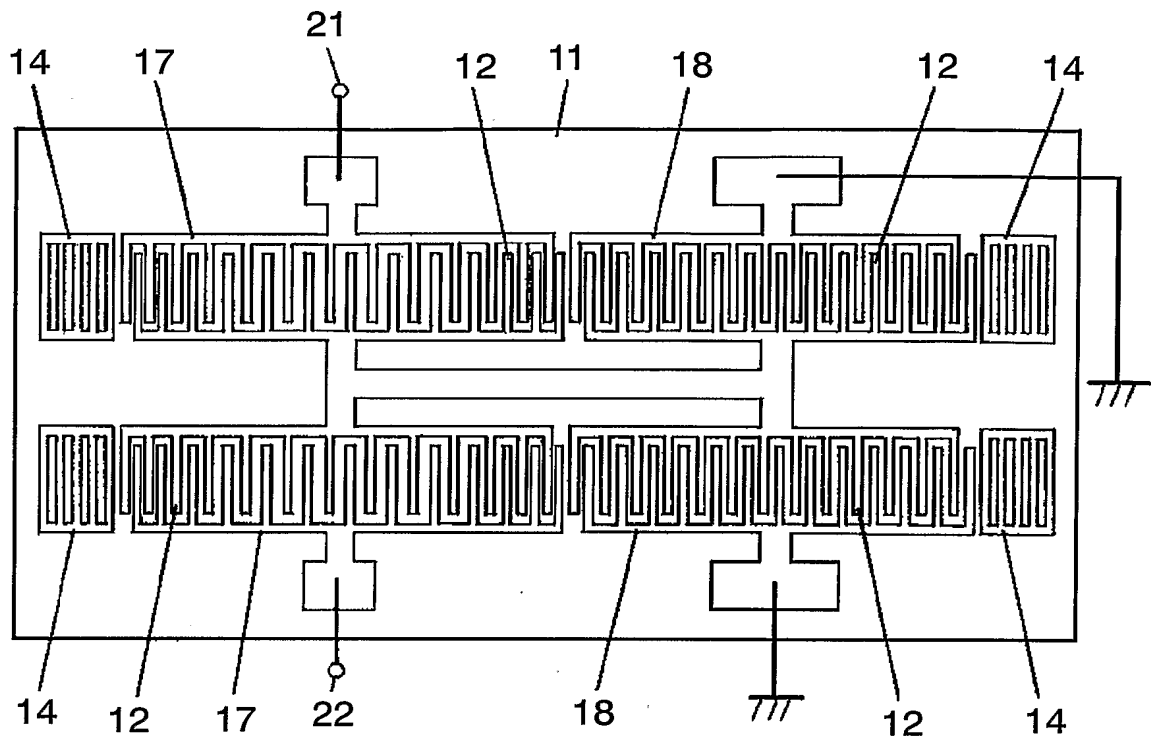
9/12

FIG. 17



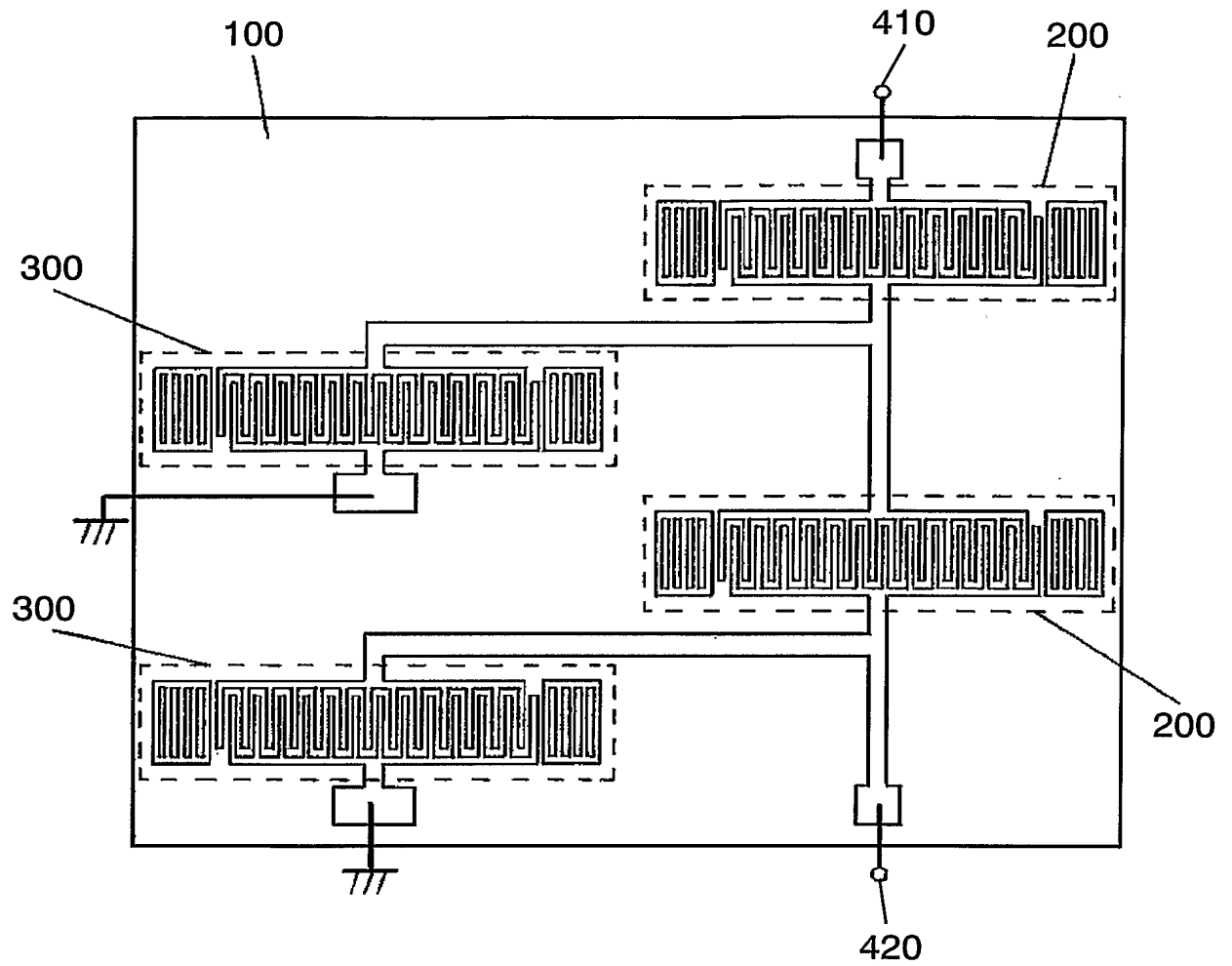
10/12

FIG. 18



11/12

FIG. 19 PRIOR ART



12/12

## 図面の参照符号の一覧表

10, 200, 300 弾性表面波共振子

11, 100 圧電基板

12, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1213, 1214, 1215,  
1216, 11217, 1218, 1219, 1220 電極指

13 IDT

14 反射器

15 直列共振子

16 並列共振子

17 第1のIDT

18 第2のIDT

21, 22, 410, 420 入出力端子

1250 グラデーション領域

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H03H9/145, 9/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H03H9/145, 9/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-142811 A (Toshiba Corp.), 30 June, 1986 (30.06.86), Pages 2 to 3; Figs. 1, 4 & US 004635009 A1 & EP 000186410 A2 & DE 003576894 D	1-5
Y	JP 2002-528987 A (Epcos AG.), 03 September, 2002 (03.09.02), Par. Nos. [0013] to [0037]; Figs. 3 to 5 & US 006420946 B1 & EP 001125364 A & EP 001248365 A2 & WO 2000/025423 A1 & DE 019849782 A & DE 059901876 D & CN 001110894 B & CA 002343885 A	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
05 April, 2005 (05.04.05)

Date of mailing of the international search report  
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000320

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-242799 A (Kyocera Corp.), 11 September, 1998 (11.09.98), Full text; Figs. 1, 5 to 6 (Family: none)	4-5
Y	JP 11-088112 A (Fujitsu Ltd.), 30 March, 1999 (30.03.99), Full text; Figs. 1 to 3, 5, 10 to 12 (Family: none)	4-5
Y	JP 08-242140 A (Advanced SAW Products SA), 17 September, 1996 (17.09.96), Par. Nos. [0003], [0013] to [0014], [0021], [0035] to [0040]; Figs. 12, 21 to 23 & US 005682126 A1 & GB 002296614 A & GB 009426466 A0 & EP 000718970 A1	6-7